

- 1 -

Ensemble outil électrique portatif autonome de puissance.

La présente invention concerne le domaine des appareils et instruments à sources d'énergie autonomes, plus particulièrement les outils électroportatifs de puissance autonomes, et a pour objet un ensemble outil du type précité à batterie
5 lithium-ion ou lithium polymère.

Dans la présente, on entend par "outil" de manière générale un appareil ou instrument apte à faciliter l'action physique d'un opérateur dans l'exécution d'une tâche matérielle ou à exécuter ladite tâche sous le contrôle de l'opérateur. Par "ensemble outil", on entend un outil avec sa source d'énergie électrique et
10 rechargeable autonome et le moyen d'alimentation de cette dernière.

On peut citer comme outils déjà réalisés par la déposante : les sécateurs électroniques pour la taille des arbres fruitiers et de la vigne, les attacheurs de végétaux et les outils de récolte de fruits.

Peuvent également être cités, de façon non limitative, à titre d'outils du genre précité et réalisés suivant des technologies similaires : les scies, les tondeuses à
15 gazon, les débroussailluses, les coupes haies, les clefs à chocs, les marteaux piqueurs.

Ces ensembles outils électroportatifs de puissance se distinguent essentiellement des outils comparables actionnés par des sources d'énergie hydraulique, pneumatique ou électrique par le fait qu'ils sont autonomes et
20 indépendants de toute source d'énergie extérieure, ce qui permet à l'opérateur d'être entièrement libre de ses mouvements. Ils se distinguent aussi des outils portatifs autonomes actionnés par moteur thermique, par l'absence de pollution, de mauvaises odeurs, de vibrations et de bruit durant leur fonctionnement et par leur fiabilité
25 d'utilisation.

Il est démontré d'autre part que l'usage de ces ensembles outils engendre un confort d'utilisation sans précédent, de par leur fonctionnement silencieux et leur souplesse.

De tels ensembles outils électriques portatifs autonomes de puissance comprennent généralement au moins trois sous-ensembles fonctionnels distincts, à
30 savoir un premier sous-ensemble formant actionneur électrique et générant l'action mécanique de l'outil, un deuxième sous-ensemble formant source d'énergie électrique et comprenant essentiellement une batterie électrochimique rechargeable et un troisième sous-ensemble formant chargeur apte à effectuer la recharge de la batterie.

35 L'avènement et le développement de ces ensembles outils sont principalement liés à deux facteurs techniques :

BEST AVAILABLE COPY

- 2 -

- d'une part, l'arrivée sur le marché de nouveaux types de batterie ayant un meilleur rapport capacité/poids,

- d'autre part, le développement des technologies des moteurs électriques à très haut rendement.

5 Les batteries actuellement utilisées sur les ensembles outils cités en exemple sont du type nickel cadmium ou du type nickel métal hydrure. Elles ont une capacité énergétique d'environ 30 à 50 Wattheures par kilo.

Sachant qu'un opérateur a, en accord notamment avec les recommandations officielles, une capacité de portage sur le dos, en bandoulière ou à
10 la ceinture, de 4 kg maximum pour un travail continu à la journée, on en déduit qu'avec les techniques actuelles nickel cadmium et nickel métal hydrure, la capacité totale de la batterie portée par l'opérateur sera comprise entre 120 et 200 Wattheures.

Cette capacité n'est pas toujours suffisante pour procurer aux ensembles outils électroportatifs autonomes de puissance, l'énergie nécessaire pour travailler une
15 demi-journée, ni a fortiori une journée continue.

Il existe donc un besoin et une demande effective pour des batteries ayant un rapport capacité/poids plus performant, de façon à permettre d'étendre le champ d'application des outils électroportatifs autonomes de puissance, compte tenu de leurs avantages et qualités précités.

20 L'invention vise, dans ce but, à utiliser la technologie émergente des batteries lithium-ion et lithium polymère dans le contexte des outils électroportatifs autonomes et de puissance.

En effet, bien que ces batteries soient actuellement fréquemment utilisées dans les téléphones mobiles, caméscopes et ordinateurs portables, elles ne sont pas
25 encore utilisées dans les applications d'outils électroportatifs notamment professionnels, compte tenu des difficultés rencontrées dans leur mise en œuvre dans les applications de forte puissance et de grande autonomie. Or, elles offrent à ce jour des rapports capacité/poids de 150 à 220 Wattheures par kilo, ce qui permettrait de tripler, voire de quadrupler la puissance ou la durée d'utilisation de ces outils
30 électroportatifs, par rapport à leurs possibilités actuelles avec les batteries nickel cadmium ou nickel métal hydrure.

Il y a lieu de remarquer que, compte tenu de la demande en puissance, l'utilisation des batteries lithium-ion et lithium polymère dans l'application des outils électroportatifs de puissance nécessite la fourniture de tensions élevées.

35 En effet, les éléments lithium-ion et lithium polymère ne peuvent par nature délivrer un courant trop important et nécessitent de ce fait le couplage des

- 3 -

éléments de base en série, de façon à obtenir des tensions élevées, permettant par ce biais la fourniture de puissances conséquentes malgré un courant limité.

5 Ainsi, pour la formation de batteries délivrant des puissances électriques adaptées à des applications dans les outils portatifs autonomes de puissance, tout en respectant la législation en vigueur en matière de tension d'utilisation et en fournissant des tensions de travail utiles, il y a lieu de réaliser des couplages en série de nombreux éléments ou de nombreuses cellules, chacune de ces dernières regroupant de tels éléments en parallèle.

On entend par "élément", un accumulateur d'énergie électrique individuel.
10 Les éléments de base lithium-ion ou lithium polymère sont fabriqués industriellement suivant des formats normalisés adaptés aux applications ; ils sont produits en très grandes quantités, à des prix très compétitifs. De manière avantageuse, mais non limitative, les éléments de la batterie lithium-ion du deuxième sous-ensemble décrit dans la suite du présent exposé, sont au format commercial 18650 qui offre le meilleur
15 rapport capacité/prix. Ces éléments sont, en règle générale, équipés de systèmes de sécurité internes qui permettent une utilisation dans des batteries de forte capacité, en toute sécurité.

Il en résulte des difficultés importantes de contrôle et/ou de gestion de telles batteries à composants multiples, qui n'ont pas été résolues à ce jour.

20 En effet, dans les applications citées précédemment (téléphones mobiles, caméscopes et ordinateurs portables) les batteries comportent en général au plus quatre éléments ou cellules associés en série, dont le contrôle en charge et en décharge est peu complexe et relativement aisé à mettre en œuvre.

Le but de la présente invention est de trouver une solution au problème
25 exposé ci-dessus.

A cet effet, la présente invention concerne un Ensemble outil électrique portatif autonome de puissance du type précité, c'est-à-dire comportant au moins les trois sous-ensembles fonctionnels évoqués précédemment, ledit ensemble outil étant caractérisé en ce que le premier sous-ensemble est, d'une part, relié, au moins
30 pendant l'utilisation de l'outil, au deuxième sous-ensemble, par un cordon électrique souple et, d'autre part, en ce que l'alimentation électrique de l'actionneur qui le constitue peut être coupé automatiquement et/ou à volonté par l'opérateur,

le deuxième sous-ensemble est portable et il comporte, d'une part, une batterie lithium-ion ou lithium polymère formée par association de cellules en série, chaque cellule
35 étant composée d'un élément ou de plusieurs éléments en parallèle et, d'autre part, un ou

- 4 -

plusieurs modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie, ces modules sont situés à proximité de la dite batterie ,

le troisième sous-ensemble chargeur consiste au moins en une source d'alimentation électrique dont la tension et le courant sont adaptés à la recharge de la batterie lithium-ion
5 ou lithium polymère ; ce troisième sous-ensemble est relié électriquement par un cordon souple déconnectable au deuxième sous-ensemble.

Aux fins de description de l'invention revendiquée, il est souligné que l'on entend par "module" une unité fonctionnelle électrique, électromécanique ou électronique participant aux fonctions du deuxième sous-ensemble.

10 La présente invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à plusieurs modes de réalisation préférés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et expliqués avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un ensemble outil selon
15 l'invention, sous la forme d'un sécateur, pendant une phase de charge.

La figure 2 est une vue en perspective de l'ensemble outil de la figure 1 lors d'une utilisation par un opérateur ;

La figure 3 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'outil dans lequel le premier sous-ensemble est équipé d'un dispositif de coupure
20 automatique à tension basse minimum de son alimentation électrique venant du deuxième sous-ensemble auquel il est connecté pendant l'utilisation de l'outil.

La figure 4 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'ensemble outil dans lequel le deuxième sous-ensemble est équipé d'un module de coupure automatique à tension basse minimum de l'alimentation électrique du premier
25 sous-ensemble auquel il est connecté pendant l'utilisation de l'outil.

La figure 5 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'outil dans lequel le deuxième sous-ensemble est équipé d'un module de coupure automatique de la charge à tension haute maximum de son alimentation électrique, celui-ci étant connecté au troisième sous-ensemble chargeur.

30 La figure 6 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'outil dans lequel le deuxième sous-ensemble est équipé d'un module de coupure automatique de la charge à courant bas de son alimentation électrique, celui-ci étant connecté au troisième sous-ensemble chargeur.

La figure 7 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de
35 l'outil dans lequel le troisième sous-ensemble chargeur est équipé d'un dispositif de

- 5 -

coupure automatique de la charge à tension haute maximum de l'alimentation électrique du deuxième sous-ensemble.

La figure 8 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'outil dans lequel le troisième sous-ensemble chargeur est équipé d'un dispositif de
5 coupure automatique de la charge à courant bas minimum de l'alimentation électrique du deuxième sous-ensemble.

La figure 9 est un schéma synoptique d'une réalisation non limitative de l'outil dans lequel le deuxième sous-ensemble est équipé d'un ou de plusieurs modules aptes à réaliser les fonctions suivantes : a) la coupure à tension basse
10 minimum de l'alimentation électrique du premier sous-ensemble lorsque le premier sous-ensemble est utilisé par l'opérateur, b) la coupure automatique de la charge à tension haute maximum et c) la coupure automatique de la charge à courant bas minimum lorsque le deuxième sous-ensemble est relié au troisième sous ensemble pendant l'opération de charge, d) la protection contre les courts circuits, e) la mise
15 hors consommation ou très faible consommation de la batterie pendant la période de non-utilisation du premier sous-ensemble, f) l'arrêt de la charge à température excessive.

La figure 10 est un schéma synoptique du second sous-ensemble fonctionnel faisant partie de l'ensemble outil.

La figure 11 est un schéma électronique de principe de certains éléments constitutifs du second sous-ensemble représenté sur la figure 10.

La figure 12 est l'algorithme schématique d'une méthode de charge particulièrement performante.

Comme le montrent les figures 1, et 2, l'ensemble outil électrique portatif autonome de puissance 1 comprend au moins trois sous-ensembles fonctionnels distincts 2, 3 et 4, à savoir un premier sous-ensemble 2 formant actionneur électrique et générant l'action mécanique de l'outil, un deuxième sous-ensemble 3 formant source d'énergie électrique et comprenant essentiellement une batterie électrochimique
30 lithium-ion ou lithium polymère rechargeable 5 et un troisième sous-ensemble 4 formant chargeur apte à effectuer la recharge de la batterie 5.

Conformément à l'invention, le premier sous-ensemble 2 est, d'une part relié au moins pendant l'utilisation de l'outil au deuxième sous-ensemble 3 par un cordon électrique souple 6 et, d'autre part, il est pourvu d'un système de coupure permettant la
35 coupure de l'alimentation électrique de l'actionneur 7 qui le constitue, automatiquement et/ou à volonté par l'opérateur.

- 6 -

L'actionneur électrique du premier sous-ensemble 2 peut être, par exemple, constitué par un moteur électrique à courant continu avec balais, ou par un moteur électrique synchrone triphasé sans balais, avec capteurs de position, ou par un moteur synchrone triphasé sans balais ni capteurs de position.

5 Le deuxième sous-ensemble 3 est portable par l'opérateur et il est constitué, d'une part, par une batterie électrochimique 5 lithium-ion ou lithium polymère formée par association de cellules 8 en série, chaque cellule étant composée d'un élément ou de plusieurs éléments 9 associés en parallèle et, d'autre part, d'un ou de plusieurs modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie, ces modules sont
10 situés à proximité de la dite batterie. Ils sont, par exemple, fixés sur le support de la batterie et à l'intérieur du boîtier enveloppant le deuxième sous-ensemble 3. Ils peuvent être aussi intégrés directement dans le boîtier du deuxième sous-ensemble 3, par exemple par coincement.

En situant le ou les modules à proximité immédiate de la batterie 5, les
15 connexions et le câblage sont rendus plus aisés et moins fragiles et les signaux de mesure et de commande moins exposés à des perturbations, des pertes ou des parasites et moins soumis à des dérives, du fait d'une distance de transmission réduite.

Selon des modes intéressants de mise en œuvre de l'invention :

- un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de
20 gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble est configuré pour la fonction de coupure automatique de l'alimentation électrique du premier sous-ensemble lorsque la tension de la batterie a atteint un niveau bas minimum avant détérioration de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble, par perte significative de capacité et augmentation de l'autodécharge ;
- 25 - un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble est configuré pour la fonction de coupure automatique de la charge électrique de la batterie lorsque la tension délivrée par le troisième sous-ensemble chargeur auquel il est relié a atteint une valeur maximum avant détérioration de la batterie lithium-ion ou lithium polymère
30 équipant le deuxième sous-ensemble, par perte significative de capacité et augmentation de l'autodécharge ;
- un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble est configuré pour assurer la fonction de coupure automatique de la charge électrique de la batterie lorsque le
35 courant de charge de la batterie a atteint un niveau bas minimum préconisé ou imposé

- 7 -

par le fabricant de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble.

- un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble est configuré pour assurer la fonction de protection de la batterie contre les courts-circuits.

Le troisième sous-ensemble chargeur 4 consiste au moins en une source d'alimentation électrique dont la tension et le courant sont adaptés à la recharge de la batterie lithium-ion ou lithium polymère 5, ce troisième sous-ensemble est relié électriquement par un cordon souple 10 déconnectable au deuxième sous-ensemble.

- 10 Le deuxième et le troisième sous-ensembles 3 et 4 peuvent se présenter sous la forme d'une unité unique intégrant les deux sous-ensembles 3 et 4, ou sous la forme de deux entités physiques distinctes, reliées électriquement, entre elles, par un cordon souple déconnectable, durant les phases de charge. Cette dernière variante de réalisation sera bien entendu privilégiée dans le cadre de la présente invention, pour
- 15 réduire la charge à porter par l'utilisateur.

Le cordon électrique souple 6 qui relie le premier sous-ensemble 2 au deuxième sous-ensemble 3 peut être pourvu :

- d'un connecteur 24, du côté du deuxième sous-ensemble 3 ;
 - ou d'un connecteur 25, du côté du premier sous-ensemble 2 ;
- 20 - ou d'un connecteur 25, du côté du premier sous-ensemble 2 et également d'un deuxième connecteur 24, du côté du deuxième sous-ensemble 3.

Selon un premier mode de réalisation non limitatif de l'invention (figure 3), le premier sous ensemble 2 est équipé d'un dispositif de coupure automatique à tension basse minimum de son alimentation électrique venant du deuxième sous-ensemble 3 auquel il est connecté pendant l'utilisation de l'outil. Il est rappelé que les batteries lithium-ion ou lithium polymère ne doivent jamais être déchargées complètement, une simple décharge en dessous de la valeur de tension minimum préconisée par le fabricant conduit irrémédiablement à la détérioration de la batterie. Il est donc nécessaire d'équiper l'ensemble outil d'un dispositif de limitation de tension de décharge pour palier à cet inconvénient. La précision de cette limitation en tension minimum de décharge doit être de l'ordre de 10 %; elle est obtenue par un système électronique à base d'un comparateur de tension 11 préférentiellement à hystérésis qui compare la tension de la batterie à une tension de référence, laquelle est déterminée par la multiplication de la tension minimum de décharge d'un élément

30

35

préconisée par les fabricants d'éléments de batterie lithium-ion et lithium polymère multiplié par le nombre de cellules en série de la batterie ; ce système permet ainsi la

- 8 -

coupure de l'alimentation électrique du premier sous-ensemble en agissant directement sur un organe de coupure par exemple un transistor Mos ou un relais 12. Ce dispositif peut se trouver directement sur le premier sous- ensemble, ce qui est le cas pour ce premier mode d'exécution, mais également sur le deuxième sous-ensemble ce qui correspond à l'exemple de réalisation suivant.

Selon un deuxième mode de réalisation (figure 4), la limitation de tension de décharge de la batterie est réalisée pendant l'utilisation de l'outil par un du ou des modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie du deuxième sous-ensemble auquel il est relié par le cordon souple 6 pendant l'utilisation de l'outil. La réalisation est identique à celle décrite plus haut, la différence étant que le système électronique de coupure se situe sur le deuxième sous-ensemble.

Selon un troisième mode de réalisation (figure 5) le deuxième sous-ensemble est équipé d'un module de coupure automatique de la charge à tension haute maximum de son alimentation électrique, celui-ci étant connecté au troisième sous-ensemble chargeur 4. Il est rappelé que les batteries lithium-ion ou lithium polymère ne doivent jamais être chargées au delà d'une tension maximale préconisée ou imposée par le fabricant de la batterie lithium-ion ou lithium polymère utilisée , le dépassement de cette tension de charge conduit irrémédiablement à la détérioration des éléments de la batterie. Il est donc nécessaire d'équiper l'ensemble outil d'un dispositif de limitation de tension de charge pour palier à cet inconvénient. Cette limitation en tension maximum de charge doit être très précise à au moins 1% ; elle est obtenue par un système électronique constitué d'un comparateur de tension 13 préférentiellement à hystérésis qui compare la tension de la batterie à une tension de référence, laquelle est déterminée par la multiplication de la tension maximum de charge d'un élément préconisée par le fabricant d'éléments de batterie lithium-ion ou lithium polymère utilisée par le nombre de cellules associées en série de la batterie ; ce système permet ainsi la coupure de l'alimentation électrique de la charge du deuxième sous-ensemble en agissant directement sur un organe de coupure par exemple un transistor Mos ou un relais 14. Cette réalisation nécessite une tension à vide du chargeur supérieure à la tension de référence. Ce dispositif peut se trouver directement sur le deuxième sous- ensemble 3, ce qui est le cas dans ce mode de réalisation, mais peut être également directement monté sur le troisième sous ensemble chargeur, comme expliqué dans la suite .

Selon un quatrième mode de réalisation (figure 6) le deuxième sous-ensemble est équipé d'un module de coupure automatique de son alimentation électrique à courant minimum de charge, celui-ci étant connecté au troisième sous-

- 9 -

ensemble chargeur 4. Il est rappelé que les fabricants d'éléments de batteries lithium-ion ou lithium polymère préconisent l'arrêt de la charge pour une valeur de courant minimum ce qui à pour effet d'éviter le plaquage du lithium métallique et de rendre l'élément instable et dangereux et donc d'entraîner sa détérioration. Il est par conséquent nécessaire d'équiper l'ensemble outil d'un dispositif de limitation de charge à courant minimum. Cette limitation en courant minimum de charge est obtenue par un système électronique de comparaison de courant 15 constitué d'un comparateur de courant préférentiellement à mémoire qui compare à travers un shunt ou un capteur de courant 16, le courant de charge de la batterie à un courant de référence, lequel est déterminé par la multiplication du courant de fin de charge préconisé par le fabricant d'éléments de batterie lithium-ion ou lithium polymère utilisés multiplié par le nombre d'éléments associés en parallèles constituant les cellules de la batterie ; ce système permet ainsi la coupure de l'alimentation électrique de la charge du deuxième sous-ensemble 3 en agissant directement sur un organe de coupure par exemple un transistor Mos ou un relais 17. Pour réaliser cette fonction, ce module peut se situer directement sur le deuxième sous-ensemble, ce qui est le cas dans ce mode de réalisation mais peut être également directement monté sur le troisième sous-ensemble chargeur 4, comme expliqué dans un autre mode de réalisation exposé ci-après.

Selon un cinquième mode de réalisation (figure 7), c'est le troisième sous-ensemble chargeur 4 qui réalise la limitation en tension maximum de charge en coupant l'alimentation électrique du deuxième sous ensemble 3 auquel il est connecté pendant l'opération de charge. Cette réalisation est identique à celle décrite plus haut, la différence étant que le système électronique de coupure se situe sur le troisième sous-ensemble chargeur 4.

Selon un sixième mode de réalisation (figure 8) c'est le troisième sous-ensemble chargeur 4 qui réalise la limitation en courant minimum de charge en coupant l'alimentation électrique du deuxième sous-ensemble 3 auquel il est connecté pendant l'opération de charge. Cette réalisation est identique à celle décrite plus haut, la différence étant que le système électronique de coupure se situe sur le troisième sous-ensemble chargeur 4.

Ces deux derniers modes de réalisation s'intègrent dans le troisième sous-ensemble chargeur 4 qui transforme l'énergie électrique alternative du secteur en tension et courant continus, pulsés ou redressés, adaptés à la recharge de la batterie lithium-ion ou lithium polymère, ceci lorsque le troisième sous-ensemble chargeur 4 est relié électriquement par un cordon souple au deuxième sous-ensemble 3. Le troisième sous-

- 10 -

ensemble chargeur 4 est relié électriquement par un cordon souple déconnectable 10 au deuxième sous-ensemble 3, par exemple au moyen d'un connecteur 23.

Pour réaliser, selon un septième mode de réalisation (figure 9), un ensemble outil opérationnel et fiable, on fera cohabiter certaines des six réalisations décrites précédemment et ceci afin de réaliser le contrôle et/ou la gestion de la batterie en limitation de la tension de décharge et en limitation de la tension et du courant de charge. Il sera nécessaire en outre d'associer à ces limitations une protection contre les courts-circuits de la batterie qui pourraient provoquer un échauffement intempestif et conduire à un incendie de la dite batterie. Cette protection contre les courts circuits peut-être utilement réalisée par un fusible ou un disjoncteur 18 ou composant similaire monté sur au moins une borne de la batterie, avant préférentiellement toute autre connexion. Il est en outre très important que pendant les périodes de non utilisation, la batterie soit hors consommation ou très faible consommation et ceci afin d'éviter que la tension de la batterie ne descende en dessous de la tension minimum au delà de laquelle la batterie serait détériorée. Cette fonction peut être réalisée de manière non limitative par un interrupteur 19 disposé à l'une des bornes de la batterie et, de préférence, après le fusible ou le disjoncteur 18 si ceux-ci sont installés. Les fabricants d'éléments de batteries lithium-ion et lithium polymère préconisent également que, pendant la charge et la décharge, la batterie soit protégée contre les utilisations ou les recharges en dehors de certaines plages de température. La plage de températures préconisées pour l'utilisation en décharge se situe entre -15°C et $+60^{\circ}\text{C}$ et entre 0°C et 45°C pour la charge. Les risques de dépassement des seuils sont surtout sensibles pendant la charge et moins sensibles pendant la décharge. Il est donc nécessaire de protéger au minimum la batterie pendant la charge ; pour réaliser cette fonction on pourra par exemple de manière non limitative, intercaler sur une borne de la batterie à proximité du fusible, un capteur de température 20 apte à isoler électriquement la batterie lithium-ion ou lithium polymère. Il faut noter que la limitation en courant minimum de charge peut être remplacée par un système limitant la durée de charge dans le temps et ceci en fonction de la capacité des éléments, du nombre d'éléments associés en parallèle dans une cellule de la batterie et du courant maximum délivré par le chargeur.

Selon un huitième mode de réalisation (figures 10, 11, 12) non limitatif et extrêmement performant de l'invention qui a permis à la déposante d'obtenir une durée de vie de plus de 1000 cycles de charge et décharge avec une perte de capacité de moins de 20% et ceci sur plusieurs années d'essais, en toute sécurité ; sachant que les batteries lithium-ion sont connues pour leur risque d'incendie compte tenu de leur électrolyte organique et du lithium très inflammable. Dans ce mode de réalisation le deuxième sous

- 11 -

ensemble 3 est équipé d'un seul module de contrôle et/ou de gestion de la batterie, celui-ci se présente sous la forme d'au moins une carte électronique et comprend au moins une unité de traitement numérique 21, telle que par exemple un microprocesseur, microcontrôleur, un processeur de signaux numériques, associée à une mémoire et à des circuits annexes numériques et/ou analogues, aptes ensemble à remplir au moins
5 certaines, et préférentiellement toutes les tâches suivantes :

- la gestion de la charge,
- la gestion de la décharge,
- l'équilibrage de la charge de chaque cellule 8,
- 10 l'évaluation et l'affichage de la capacité de la batterie 5,
- la protection en décharge de la batterie 5 en surintensité pendant l'utilisation de l'outil,
- la gestion de l'outil durant les phases d'entreposage,
- la gestion des alarmes,
- 15 la gestion et la transmission des informations recueillies,
- la gestion des diagnostics.

L'exécution de ces différentes tâches est déclenchée et pilotée par l'unité de traitement numérique 21 sous la commande et le contrôle d'un programme de gestion du fonctionnement de l'ensemble outil 1, en prenant en compte les
20 commandes de l'utilisateur et les valeurs de différents paramètres mesurées au niveau du deuxième sous-ensemble 3, ainsi qu'éventuellement au niveau du premier et/ou du troisième sous-ensemble(s) 2 et/ou 4.

En accord avec une ou plusieurs caractéristiques de l'invention, et en vue de l'accomplissement des tâches de gestion de la charge, de gestion de la décharge, d'équilibrage de la charge de chaque cellule 8, d'évaluation et d'affichage de la capacité de la batterie 5, le module de contrôle et de commande 26 exploite en permanence les valeurs de mesure de la tension de chaque cellule 8 composant la batterie 5.

30 A cet effet, et comme le montrent les figures 10 et 11 des dessins annexés, l'invention prévoit que, pour une batterie 5 formée de n cellules 8 associées en série, les valeurs de mesure de la tension de chaque cellule 8 sont fournies par une chaîne électronique d'acquisition 27 constituée principalement de n modules analogiques 28 identiques, montés respectivement aux bornes des n cellules 8 de la
35 batterie 5 et aptes à mesurer la tension de la cellule 8 respectivement correspondante, les valeurs de tensions mesurées par chacun des n modules 28 étant ensuite

- 12 -

acheminées, l'une après l'autre, par l'intermédiaire d'au moins un multiplexeur analogique 29 et après amplification par un circuit adapté 30 vers un convertisseur analogique/numérique d'entrée 21' de l'unité de traitement numérique 21 faisant partie du module 26 de contrôle et/ou de gestion.

5 Le convertisseur 21' pourra soit être intégré à l'unité 21, soit former un circuit séparé de cette dernière.

 Par l'intermédiaire de cette chaîne électronique d'acquisition 27, le module de commande et de contrôle 26 effectue une scrutation séquentielle ou cyclique des tensions des différentes cellules 8, provoquant un rafraîchissement à
10 grande fréquence des données de tension pour chaque cellule 8 disponible au niveau de l'unité 21, permettant ainsi une prise en compte et une réaction rapides suite à l'occurrence d'une valeur de mesure de tension anormale.

 Comme le montre la figure 11 des dessins annexés, les sous modules analogiques 28 de mesure de tensions réalisent respectivement pour chaque cellule 8
15 une soustraction entre la tension mesurée à sa borne positive et la tension mesurée à sa borne négative, ce par l'intermédiaire d'un montage électronique différentiel à amplificateur opérationnel 28' utilisant des résistances 28" ou des éléments résistifs d'entrée.

 En vue d'aboutir à une sensibilité de mesure adaptée à un contrôle sûr et
20 précis de chaque cellule 8, le montage électronique en différentiel à amplificateur opérationnel 28' de chaque sous-module de mesure de tension 28 comporte des résistances ou des éléments résistifs d'entrée 28" d'impédance proche ou supérieure à 1 Mohm, de façon à obtenir des courants de fuite très faibles et par exemple, mais non limitativement, inférieurs à $1/20000^{\text{ème}}$ par heure de la capacité totale de la batterie 5,
25 les valeurs de mesure de la tension de chaque cellule 8 étant préférentiellement délivrées avec une précision de mesure d'au moins 50 mV.

 De manière avantageuse, la précision de mesure de la tension souhaitée, c'est-à-dire avantageusement d'au moins 50 mV, est obtenue par étalonnage lors de la fabrication de la carte électronique du module contrôle et de gestion de la batterie 26,
30 permettant de compenser individuellement les erreurs de mesure de tension analogique 28.

 Cet étalonnage peut, par exemple, consister à introduire par programmation dans l'unité de traitement numérique 21, pour chaque module de mesure de tension 28, des paramètres correcteurs d'erreurs fonction de la mesure
35 d'une ou de plusieurs tensions de référence très précises, que l'on substitue pour cette

- 13 -

opération d'étalonnage aux tensions normalement mesurées aux bornes de chaque cellule 8.

Afin de permettre de délivrer à l'unité 28 un signal de mesure avec la précision requise, le convertisseur analogique/numérique 21' fournira au moins dix bits significatifs en sortie.

Conformément à une autre caractéristique de l'invention, la tâche d'équilibrage de la charge des cellules 8 les unes par rapport aux autres est gérée par l'unité de traitement numérique 21 qui commande sur la base des valeurs de mesure de tension de chaque cellule 8, et si nécessaire pour chacune d'entre d'elles, l'évolution du courant de charge par l'intermédiaire de circuits dissipateurs à base de commutateurs électroniques 31 associés à des éléments résistifs 31'.

Le procédé mis en œuvre pour réaliser une charge équilibrée de la batterie 5 peut par exemple être celui décrit dans la demande de brevet français n° 03 13570 déposée le 20 novembre 2003 par la demanderesse de la présente.

En accord avec une autre caractéristique de l'invention, la tâche de gestion de la décharge consiste à scruter en permanence les données de la tension de chaque cellule 8 par l'intermédiaire de l'unité de traitement numérique 21, à interrompre la décharge lorsque celle-ci détecte qu'une de ces tensions de cellule 8 a atteint le seuil de décharge minimum préconisé par le fabricant d'éléments lithium-ion ou lithium polymère et à couper la décharge en désactivant le composant 32 de commutation de la décharge, conduisant ainsi à l'arrêt de l'outil 2 et en activant par exemple, non limitativement, un avertisseur sonore ou visuel.

Comme le montrent les figures 10 et 11 des dessins annexés, et conformément à une autre caractéristique de l'invention, les tâches de gestion de la charge, d'évaluation et d'affichage de la capacité de la batterie 5 et de protection en surintensité durant la décharge sont gérées en continu par l'unité de traitement numérique 21 grâce à un circuit électronique analogique 33 de mesure du courant de charge et de décharge de la batterie 5.

Avantageusement, durant la tâche de gestion de la charge, alors que le troisième sous-ensemble formant chargeur 4 est connecté au deuxième sous-ensemble 3 au niveau de la carte électronique du module de contrôle et de commande 26 de la batterie 5, la fin de la charge est obtenue par ouverture du composant de commutation de la charge 34 qui est commandé par l'unité de traitement numérique 21 lorsque, d'une part, ladite unité 21 détecte par l'intermédiaire du circuit électronique analogique 33 de mesure du courant de charge et de décharge une chute du courant de charge jusqu'à un seuil préconisé, par exemple de 50 mA, pour la batterie 5 ou que,

- 14 -

d'autre part, la température de la batterie 5 dépasse une valeur limite autorisée, par exemple 45°C, ou encore que la charge se prolonge pendant un temps supérieur à une fraction donnée du temps théorique de charge, par exemple environ 20 %.

En outre, la tâche d'évaluation et d'affichage de la capacité de la batterie 5 est gérée par l'unité de traitement numérique 21, cette dernière calculant ladite capacité en prenant en compte en permanence, pendant la charge et pendant l'utilisation de l'outil, d'une part, l'information du courant instantané de charge et de décharge de la batterie 5 délivrée par le circuit électronique analogique de mesure du courant de charge et décharge 33 et, d'autre part, les valeurs de mesure de tension de chaque cellule 8 et, non obligatoirement mais pour un calcul plus précis, leur résistance interne moyenne connue.

La tâche de protection en surintensité pendant la décharge de la batterie 5 lors de l'utilisation de l'outil, destinée à préserver la batterie lithium-ion ou lithium polymère d'un vieillissement prématuré ou d'un échauffement exagéré, consiste soit à couper le courant de décharge en cas de dépassement impulsif très important du courant maximum de décharge admis pour la batterie 5 ou de dépassement de la température maximum limite autorisée pour celle-ci, soit à limiter le courant de décharge en fonction de l'énergie consommée par l'outil pendant un certain temps glissant, sachant que la valeur de l'énergie et le temps glissant sont prédéterminés expérimentalement en fonction de l'outil, de son utilisation et de la durée de vie recherchée pour la batterie 5 lithium-ion ou lithium polymère faisant partie du second sous-ensemble 3.

En accord avec une variante de réalisation préférée, la limitation de courant de décharge est gérée par l'unité de traitement numérique 21 en appliquant une commande en modulation de largeur d'impulsion (MLI), générée soit directement par ladite unité 21, soit par un composant spécialisé, au travers d'un étage de pilotage 35, au composant de commutation de la décharge 32 réalisé par exemple sous la forme d'un composant du type Mosfet canal N.

En vue d'aboutir automatiquement à des conditions de stockage optimisées, il peut être prévu que, lorsque l'ensemble outil électrique 1 n'est pas en charge et qu'il n'a pas été utilisé pendant une durée donnée, par exemple dix jours, l'unité de traitement numérique 21 engage automatiquement une tâche de gestion de l'entreposage qui consiste à vérifier si la capacité résiduelle de la batterie 5 est supérieure ou non à la capacité de stockage préconisée par le fabricant d'éléments lithium-ion ou lithium polymère et, si la capacité résiduelle est bien supérieure à la capacité de stockage, à déclencher par l'unité de traitement numérique 21 une

- 15 -

décharge automatique de la batterie à l'aide de circuits résistifs 31' connectés en parallèle sur chaque cellule 8, ce jusqu'à ce que la capacité de stockage soit atteinte, et dès lors à arrêter tous les circuits électroniques tout en mettant l'unité de traitement 21 en veille en mode faible consommation et, si la capacité est inférieure à la capacité de stockage, à faire déclencher par l'unité de traitement numérique 21 une alarme sonore et/ou visuelle.

De manière avantageuse, l'unité de traitement numérique 21 est apte à détecter la connexion du chargeur 4 sous tension à la batterie 5 par l'intermédiaire d'une mesure de tension par le module de contrôle et de commande 26 à l'une au moins des bornes 37, préférentiellement une borne positive, du second sous-ensemble 3 destinées à être connectées audit chargeur 4.

Cette fonction, éventuellement réalisée au moyen d'un circuit de mesure 36 particulier adapté, permet, tant que l'outil est stocké en phase de non utilisation, en détectant l'instant auquel au moins une cellule 8 a atteint la tension minimum préconisée par le fabricant, de déclencher ainsi une recharge automatique de la batterie 5.

Lorsque le module de contrôle et/ou de gestion 26 détecte une tension du chargeur 4 excessive ou insuffisante au niveau des bornes de connexion 37 correspondantes du second sous-ensemble 3, l'unité de traitement numérique 21 qui exploite cette information commande l'arrêt de la charge et déclenche une alarme sonore et/ou visuelle.

On notera que la paire de bornes 37 de connexion au chargeur 4 et la paire de bornes 37 de connexion à l'outil 2 présentent une borne négative commune reliée à la masse, mais des bornes positives distinctes, à chacune desquelles est couplé un composant de commutation 32 ou 34 correspondant.

Pour faciliter le contrôle à long terme de l'utilisation de l'ensemble outil 1, ainsi que sa maintenance et la planification de son suivi technique, la tâche de gestion des informations et des diagnostics peut consister à emmagasiner dans la mémoire de l'unité de traitement numérique 21 des informations acquises pendant l'utilisation de l'outil telles que par exemple : le nombre de recharges, la comptabilisation des heures d'utilisation de l'outil, l'évolution de la capacité de la batterie 5 dans le temps, l'énergie moyenne consommée par l'outil ou analogues, ces informations pouvant être transmises par l'intermédiaire d'une liaison 40 filaire, radiofréquence ou infrarouge vers un terminal d'exploitation séparé, par exemple du type ordinateur personnel, assistant personnel électronique, GSM, pouvant éventuellement être relié au réseau Internet.

- 16 -

En vue d'optimiser l'intégration des moyens de commande et de contrôle de l'ensemble outil 1, le module de contrôle et/ou de gestion 26 de la batterie 5 faisant partie du second sous-ensemble 3 formant source d'énergie électrique rechargeable peut être associé à un module de contrôle et de commande électronique de l'actionneur 2 et des capteurs de ce dernier, par exemple mais non limitativement, sur la même carte électronique, le cas échéant avec utilisation de la même unité de traitement numérique 21, sachant que l'actionneur électrique du premier sous-ensemble 2 peut être, par exemple, constitué par un moteur électrique à courant continu avec balais, ou par un moteur électrique synchrone triphasé sans balais, avec capteurs de position, ou par un moteur synchrone triphasé sans balais ni capteurs de position.

Le circuit numérique 21 comprendra également un moyen de contrôle du déroulement du programme de gestion de l'ensemble outil 1 et d'acquisition ordonnée des valeurs de mesure, représenté de manière symbolique sur la figure 12.

Afin de fournir des sécurités supplémentaires, permettant de protéger les cellules 8 de la batterie 5 dans des cas d'exposition de ces cellules à des conditions extrêmes de tension ou de courant, des circuits additionnels de coupure de la connexion du deuxième sous-ensemble 3 avec le premier ou le troisième sous-ensemble 2 ou 4 peuvent être prévus, en parallèle au système de contrôle normal précité construit autour de l'unité de traitement numérique 21.

Ainsi, le module de contrôle et de commande électronique 26 de la batterie 5 peut comporter pour chaque cellule 8 des circuits redondants de sécurité d'arrêt de charge 38, aptes à commander chacun individuellement, en cas de surtension d'une cellule 8, l'arrêt général de la charge en désactivant directement le composant 34 de commutation de la charge sans solliciter l'unité de traitement numérique 21.

De même, le module de contrôle et de commande électronique 26 peut comporter un circuit redondant d'arrêt de décharge 38', apte à commander l'arrêt de la décharge en cas de détection d'un courant de décharge égal ou supérieur à une valeur maximale admissible pour la batterie 5 par le circuit électronique analogique de mesure 33, en désactivant directement le composant 32 de commutation de la décharge sans solliciter l'unité de traitement numérique 21.

Préférentiellement, le troisième sous-ensemble 4 formant chargeur adapté à la recharge de la batterie 5 lithium-ion ou lithium polymère génère une tension avec une précision proche de 0,5 % et un courant régulé, obtenus au moyen

- 17 -

d'un circuit spécialisé de régulation de tension et de courant. De tels circuits sont déjà connus en tant que tels et ne nécessitent pas de description supplémentaire.

Comme le montrent les figures 1 et 2 des dessins annexés, chaque sous-ensemble fonctionnel 2, 3 et 4 est monté (lorsque les sous-ensembles 3 et 4 sont distincts) dans un boîtier de protection et/ou de préhension propre, pouvant être reliés entre eux deux à deux par des câbles flexibles déconnectables 6, 10 pour le transfert d'énergie et la transmission des signaux de commande et/ou de contrôle entre lesdits sous-ensembles 2, 3, 4.

On notera que la charge de la batterie 5 peut être effectuée avec le câble 6 reliant entre eux les sous-ensembles 2 et 3 ou non.

Le boîtier renfermant le premier sous-ensemble 2 portera également l'outil et sera conformé, au niveau d'une partie ou moins, de manière ergonomique pour autoriser une préhension aisée, sûre et confortable de la part de l'utilisateur.

En outre, les boutons ou organes de commande analogues, ainsi que les moyens d'affichage et d'avertissement sonore et/ou lumineux, sont préférentiellement présents en partie au niveau du boîtier du premier sous-ensemble 2 et en partie au niveau du boîtier du deuxième sous-ensemble 3, en fonction de leur type et de la nécessité de pouvoir être accessibles par l'opérateur durant l'utilisation effective de l'ensemble outil 1.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Ensemble outil électrique portatif autonome de puissance tel que par exemple
5 sécateur, scie, outil de récolte de fruits, tondeuses à gazon, débroussailleuse, coupe
haies, clef à chocs, marteau piqueur, comprenant au moins trois sous-ensembles
fonctionnels distincts, à savoir un premier sous-ensemble générant l'action mécanique
de l'outil par l'intermédiaire d'un actionneur électrique, un deuxième sous-ensemble
10 constituant la source d'énergie électrique de l'ensemble et comprenant
essentiellement une batterie électrochimique rechargeable, un troisième sous-
ensemble chargeur apte à effectuer les recharges électriques de la batterie
électrochimique du deuxième sous-ensemble, caractérisé en ce que le premier sous-
ensemble (2) est, d'une part, relié au moins pendant l'utilisation de l'outil au deuxième
15 sous-ensemble (3) par un cordon électrique souple (6) et, d'autre part, en ce que
l'alimentation électrique de l'actionneur qui le constitue peut être coupée
automatiquement et/ou à volonté par l'opérateur ; le deuxième sous-ensemble (3) est
portable, il est pourvu, d'une part, d'une batterie lithium-ion ou lithium polymère
formée par association de cellules en série, chaque cellule étant composée d'un
20 élément ou de plusieurs éléments associés en parallèle et, d'autre part, d'un ou de
plusieurs modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la
batterie, ces modules sont situés à proximité de la dite batterie ; le troisième sous-
ensemble chargeur (4) consiste au moins en une source d'alimentation électrique dont
la tension et le courant sont adaptés à la recharge de la batterie lithium-ion ou lithium
25 polymère (5), ce troisième sous-ensemble est relié électriquement par un cordon
souple déconnectable (10) au deuxième sous-ensemble.
2. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cordon
souple (6) qui relie le premier sous-ensemble (2) au deuxième sous-ensemble (3) est
pourvu d'un connecteur (24) du côté du deuxième sous-ensemble (3).
3. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cordon
30 souple (6) qui relie le premier sous-ensemble (2) au deuxième sous-ensemble (3) est
pourvu d'un connecteur (25) du côté du premier sous-ensemble (2).
4. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cordon
souple (6) qui relie le premier sous-ensemble (2) au deuxième sous-ensemble (3) est
pourvu d'un connecteur (25) du côté du premier sous-ensemble (2) et également d'un
35 deuxième connecteur (24) du côté du deuxième sous-ensemble (3).

- 19 -

5. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier sous-ensemble (2) est équipé d'un système de coupure automatique de son alimentation électrique lorsque la tension de la batterie a atteint un niveau bas minimum avant détérioration de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble (3) par perte significative de capacité et augmentation de l'autodécharge.
6. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3) a pour fonction la coupure automatique de l'alimentation électrique du premier sous-ensemble (2) lorsque la tension de la batterie a atteint un niveau bas minimum avant détérioration de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble (3) par perte significative de capacité et augmentation de l'autodécharge.
7. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3) a pour fonction la coupure automatique de la charge électrique de la batterie lorsque la tension délivrée par le troisième sous-ensemble chargeur (4) auquel il est relié a atteint une valeur maximum avant détérioration de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble (30) par perte significative de capacité et augmentation de l'autodécharge.
8. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3) a pour fonction la coupure automatique de la charge électrique de la batterie lorsque le courant de charge de la batterie a atteint un niveau bas minimum préconisé ou imposé par le fabricant de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble (3).
9. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3) a pour fonction la protection de la batterie contre les courts-circuits.
10. Ensemble outil électrique selon les revendications 1 et 9, caractérisé en ce que la fonction de protection de la batterie contre les courts-circuits est réalisée par un fusible disposé au moins à l'une des bornes de la batterie du deuxième sous-ensemble (3).
11. Ensemble outil électrique selon les revendications 1 et 9, caractérisé en ce que la fonction de protection de la batterie contre les courts-circuits est réalisée par un

- 20 -

disjoncteur ou un composant similaire disposé au moins à l'une des bornes de la batterie du deuxième sous-ensemble (3).

12. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un module parmi le ou les modules électriques ou électroniques de contrôle et/ou de gestion de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3) a pour fonction la mise hors consommation ou très faible consommation de la batterie pendant la période de non-utilisation du premier sous-ensemble (2).

13. Ensemble outil électrique selon les revendications 1 ou 12, caractérisé en ce que la fonction de mise hors consommation ou très faible consommation de la batterie pendant la période de non-utilisation du premier sous-ensemble (2) est réalisée par un interrupteur disposé à l'une des bornes de la batterie et de préférence après le fusible ou le disjoncteur si ceux-ci sont installés.

14. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le troisième sous-ensemble (4) est équipé d'un système de coupure automatique de la charge électrique de la batterie du deuxième sous-ensemble lorsque la tension de la batterie a atteint un niveau haut maximum avant dégradation de la batterie lithium-ion ou lithium polymère équipant le deuxième sous-ensemble (3).

15. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le troisième sous-ensemble (4) peut être équipé d'un système de coupure automatique de la charge électrique du deuxième sous-ensemble lorsque le courant de charge de la batterie a atteint un niveau bas minimum préconisé ou imposé par le fabricant de la batterie équipant le deuxième sous-ensemble (3).

16. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de la batterie lithium-ion du deuxième sous-ensemble sont au format commercial 18650.

17. Ensemble outil électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième sous-ensemble (3) peut être pourvu d'un seul module (26) de contrôle et/ou de gestion de la batterie qui est réalisé sous la forme d'une ou plusieurs cartes électroniques et qui comprend au moins une unité de traitement numérique (21), telle que par exemple un microprocesseur, microcontrôleur, un processeur de signaux numérique, associée à une mémoire et à des circuits annexes numériques ou analogiques.

18. Ensemble outil électrique selon les revendications 1 et 17, caractérisé en ce que le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie du second sous ensemble (3) est apte à remplir, une ou plusieurs des tâches suivantes :
la gestion de la charge,

- 21 -

la gestion de la décharge,
l'équilibrage de la charge de chaque cellule (8),
l'évaluation et l'affichage de la capacité de la batterie (5),
la protection en décharge de la batterie (5) en surintensité pendant l'utilisation de
5 l'outil,
la gestion de l'outil durant les phases d'entreposage,
la gestion des alarmes,
la gestion et la transmission des informations recueillies,
la gestion des diagnostics.

10 19. Ensemble outil électrique selon les revendications 1,17 et 18, caractérisé en ce que,
en vue de l'accomplissement des tâches de gestion de la charge, de gestion de la
décharge, d'équilibrage de la charge de chaque cellule (8), d'évaluation et d'affichage
de la capacité de la batterie (5), le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie
15 exploite en permanence les valeurs de mesure de la tension de chaque cellule (8)
composant la batterie (5).

20 20. Ensemble outil électrique selon les revendications 1,17,18 et 19, caractérisé en ce
que, pour une batterie (5) formée de n cellules (8) associées en série, les valeurs de
mesure de la tension de chaque cellule (8) sont fournies par une chaîne électronique
d'acquisition (27) constituée principalement de n modules analogiques (28) identiques,
20 montés respectivement aux bornes des n cellules (8) de la batterie (5) et aptes à
mesurer la tension de la cellule (8) respectivement correspondante, les valeurs de
tensions mesurées par chacun des n modules (28) étant ensuite acheminées, l'une
après l'autre, par l'intermédiaire d'au moins un multiplexeur analogique (29) et après
amplification par un circuit adapté (30) vers un convertisseur analogique/numérique
25 d'entrée (21') de l'unité de traitement numérique (21) du module de contrôle et/ou de
gestion de la batterie du deuxième sous-ensemble (3).

30 21. Ensemble outil électrique selon la revendication 20, caractérisé en ce que les modules
analogiques (28) de mesure de tension réalisent respectivement pour chaque cellule
(8) une soustraction entre la tension mesurée à sa borne positive et la tension
mesurée à sa borne négative, ce par l'intermédiaire d'un montage électronique
différentiel à amplificateur opérationnel (28') utilisant des résistances (28'') ou des
éléments résistifs d'entrée.

35 22. Ensemble outil électrique selon la revendication 21, caractérisé en ce que le montage
électronique en différentiel à amplificateur opérationnel (28') de chaque module de
mesure de tension (28) comporte des résistances ou des éléments résistifs d'entrée
(28'') d'impédance proche ou supérieure à 1 Mohm, de façon à obtenir des courants

- 22 -

de fuite très faibles et par exemple inférieurs à 1/20 000^{ème} par heure de la capacité totale de la batterie (5).

23. Ensemble outil électrique selon les revendications 19 à 22, caractérisé en ce que les valeurs de mesure de la tension de chaque cellule (8) sont délivrées avec une
5 précision de mesure d'au moins 50 mV.

24. Ensemble outil électrique selon la revendication 23, caractérisé en ce que la précision de mesure de la tension d'au moins 50 mV est obtenue par étalonnage lors de la fabrication de la carte électronique du module de contrôle et de gestion de la batterie (26).

10 25. Ensemble outil électrique selon la revendication 24, caractérisé en ce que l'étalonnage lors de la fabrication de la carte électronique consiste à introduire par programmation dans l'unité de traitement numérique (21), pour chaque module de mesure de tension (28), des paramètres correcteurs d'erreurs fonction de la mesure d'une ou de
15 plusieurs tensions de référence très précises, que l'on substitue pour cette opération d'étalonnage aux tensions normalement mesurées aux bornes de chaque cellule (8).

26. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 25, caractérisé en ce que la tâche d'équilibrage de la charge des cellules (8) les unes par rapport aux autres est gérée par l'unité de traitement numérique (21) qui commande
20 sur la base des valeurs de mesure de tension de chaque cellule (8), et si nécessaire pour chacune d'entre d'elles, l'évolution du courant de charge par l'intermédiaire de circuits dissipateurs à base de commutateurs électroniques (31) associés à des éléments résistifs (31').

27. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 25, caractérisé en ce que la tâche de gestion de la décharge consiste à scruter en
25 permanence les données de la tension de chaque cellule (8) par l'intermédiaire de l'unité de traitement numérique (21), à interrompre la décharge lorsque celle-ci détecte qu'une de ces tensions de cellule (8) a atteint le seuil de décharge minimum préconisé par le fabricant d'éléments lithium-ion ou lithium polymère et à couper la décharge en désactivant un composant (32) de commutation de la décharge, conduisant ainsi à
30 l'arrêt de l'outil (2) et en activant, par exemple, un avertisseur sonore ou visuel.

28. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 27, caractérisé en ce que les tâches de gestion de la charge, d'évaluation et d'affichage de la capacité de la batterie (5) et de protection en surintensité durant la décharge sont gérées en continu par l'unité de traitement numérique (21) grâce à un circuit
35 électronique analogique (33) de mesure du courant de charge et de décharge de la batterie (5).

- 23 -

29. Ensemble outil électrique selon la revendication 28, caractérisé en ce que durant la tâche de gestion de la charge, alors que le troisième sous-ensemble formant chargeur (4) est connecté au deuxième sous-ensemble (3) au niveau de la carte électronique du module de contrôle et de commande (26) de la batterie (5), la fin de la charge est obtenue par ouverture d'un composant de commutation de la charge (34) qui est commandé par l'unité de traitement numérique (21) lorsque, d'une part, ladite unité (21) détecte par l'intermédiaire du circuit électronique analogique (33) de mesure du courant de charge et de décharge une chute du courant de charge jusqu'à un seuil préconisé, par exemple de 50 mA, pour la batterie (5) ou que, d'autre part, la température de la batterie (5) dépasse une valeur limite autorisée, par exemple 45°C, ou encore que la charge se prolonge pendant un temps supérieur à une fraction donnée du temps théorique de charge, par exemple environ 20 %.
30. Ensemble outil électrique selon la revendication 28, pour autant qu'elle se rattache à l'une des revendications 17 à 25, caractérisé en ce que la tâche d'évaluation et d'affichage de la capacité de la batterie (5) est gérée par l'unité de traitement numérique (21), cette dernière calculant ladite capacité en prenant en compte en permanence, pendant la charge et pendant l'utilisation de l'outil, d'une part, l'information du courant instantané de charge et de décharge de la batterie (5) délivrée par le circuit électronique analogique de mesure du courant de charge et décharge (33) et, d'autre part, les valeurs de mesure de tension de chaque cellule (8) et, non obligatoirement mais pour un calcul plus précis, leur résistance interne moyenne connue.
31. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 30, caractérisé en ce que la tâche de protection en surintensité pendant la décharge de la batterie (5) lors de l'utilisation de l'outil, destinée à préserver la batterie lithium-ion ou lithium polymère d'un vieillissement prématuré ou d'un échauffement exagéré, consiste soit à couper le courant de décharge en cas de dépassement impulsif très important du courant maximum de décharge admis pour la batterie (5) ou de dépassement de la température maximum limite autorisée pour celle-ci, soit à limiter le courant de décharge en fonction de l'énergie consommée par l'outil pendant un certain temps glissant, sachant que la valeur de l'énergie et le temps glissant sont prédéterminés expérimentalement en fonction de l'outil, de son utilisation et de la durée de vie recherchée pour la batterie (5) lithium-ion ou lithium polymère faisant partie du second sous-ensemble (3).
32. Ensemble outil électrique selon la revendication 31, caractérisé en ce que la limitation de courant de décharge est gérée par l'unité (21) de traitement numérique en

- 24 -

appliquant une commande en modulation de largeur d'impulsion (MLI), générée soit directement par ladite unité (21), soit par un composant spécialisé, au travers d'un étage de pilotage (35), à un composant de commutation de la décharge (32) réalisé par exemple sous la forme d'un composant du type Mosfet canal N.

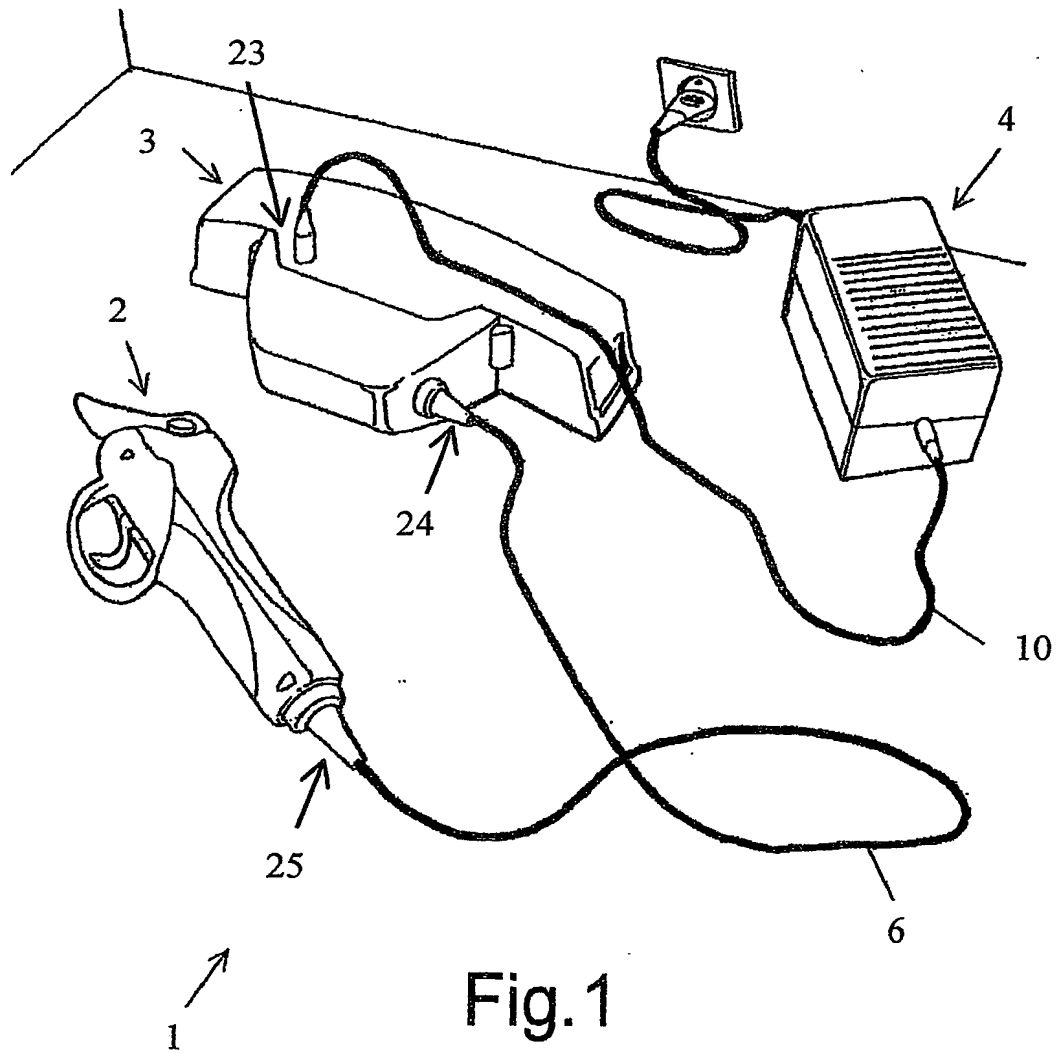
- 5 33. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 32, caractérisé en ce que, lorsqu'il n'est pas en charge et qu'il n'a pas été utilisé pendant une durée donnée, par exemple dix jours, l'unité de traitement numérique (21) engage automatiquement une tâche de gestion de l'entreposage qui consiste à vérifier si la
- 10 capacité résiduelle de la batterie (5) est supérieure ou non à la capacité de stockage préconisée par le fabricant d'éléments lithium-ion ou lithium polymère et, si la capacité résiduelle est bien supérieure à la capacité de stockage, à déclencher par l'unité de traitement numérique (21) une décharge automatique de la batterie à l'aide de circuits résistifs (31, 31') connectés en parallèle sur chaque cellule (8) et ce jusqu'à ce que la
- 15 capacité de stockage soit atteinte, et dès lors à arrêter tous les circuits électroniques tout en mettant l'unité de traitement (21) en veille en mode faible consommation et, si la capacité est inférieure à la capacité de stockage, à faire déclencher par l'unité de traitement numérique (21) une alarme sonore et/ou visuelle.
- 20 34. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 33, caractérisé en ce que l'unité de traitement numérique (21) est apte à détecter la connexion du chargeur (4) sous tension à la batterie (5) par l'intermédiaire d'une mesure de tension par le module de contrôle et de commande (26) à l'une au moins des bornes (37) du deuxième sous-ensemble (3) destinées à être connectées audit chargeur (4).
- 25 35. Ensemble outil électrique selon la revendication 34, caractérisé en ce que la fonction de détection de la connexion du chargeur (4) sous tension à la batterie (5) est réalisée au moyen d'un circuit de mesure (36) particulier adapté, permettant, tant que l'outil est stocké en phase de non utilisation, en détectant l'instant auquel au moins une cellule (8) a atteint la tension minimum préconisée par le fabricant, de déclencher ainsi une recharge automatique de la batterie (5).
- 30 36. Ensemble outil électrique selon la revendication 34 ou 35, caractérisé en ce que lorsque le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie (26) détecte une tension du chargeur (4) excessive ou insuffisante au niveau des bornes de connexion (37) correspondantes du second sous-ensemble (3), l'unité de traitement numérique (21) qui exploite cette information commande l'arrêt de la charge et déclenche une alarme
- 35 sonore et/ou visuelle.

- 25 -

37. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 36, caractérisé en ce que la tâche de gestion des informations et des diagnostics consiste à emmagasiner dans la mémoire de l'unité de traitement numérique (21) des informations acquises pendant l'utilisation de l'outil telles que par exemple : le nombre de recharges, la comptabilisation des heures d'utilisation de l'outil, l'évolution de la capacité de la batterie (5) dans le temps, l'énergie moyenne consommée par l'outil ou analogues, ces informations pouvant être transmises par l'intermédiaire d'une liaison (40) filaire, radiofréquence ou infrarouge, vers un terminal d'exploitation séparé, par exemple du type ordinateur personnel, assistant personnel électronique, GSM, pouvant éventuellement être relié au réseau Internet.
38. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 37, caractérisé en ce que le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie faisant partie du deuxième sous-ensemble (3) formant source d'énergie électrique rechargeable, est associé au module de contrôle et de commande électronique de l'actionneur (2) sur la même carte électronique, le cas échéant avec utilisation de la même unité de traitement numérique (21).
39. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 17 à 37, caractérisé en ce que le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie comporte, pour chaque cellule (8) des circuits redondants de sécurité d'arrêt de charge (38), aptes à commander chacun individuellement, en cas de surtension d'une cellule (8), l'arrêt général de la charge en désactivant directement un composant (34) de commutation de la charge sans solliciter l'unité de traitement numérique (21).
40. Ensemble outil électrique selon la revendication 28 ou l'une quelconque des revendications 29 à 39 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 28, caractérisé en ce que le module de contrôle et/ou de gestion de la batterie comporte un circuit redondant d'arrêt de décharge (38'), apte à commander l'arrêt de la décharge en cas de détection d'un courant de décharge égal ou supérieur à une valeur maximale admissible pour la batterie (5) par le circuit électronique analogique de mesure (33), en désactivant directement le composant (32) de commutation de la décharge sans solliciter l'unité de traitement numérique (21).
41. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 40, caractérisé en ce que le troisième sous-ensemble (4) formant chargeur adapté à la recharge de la batterie (5) lithium-ion ou lithium polymère génère une tension avec une précision proche de 0,5 % et un courant régulé, obtenus au moyen d'un circuit spécialisé de régulation de tension et de courant.

- 26 -

42. Ensemble outil électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 41, caractérisé en ce que chaque sous-ensemble fonctionnel (2, 3 et 4) est monté dans un boîtier de protection et/ou de préhension propre.



2 / 12

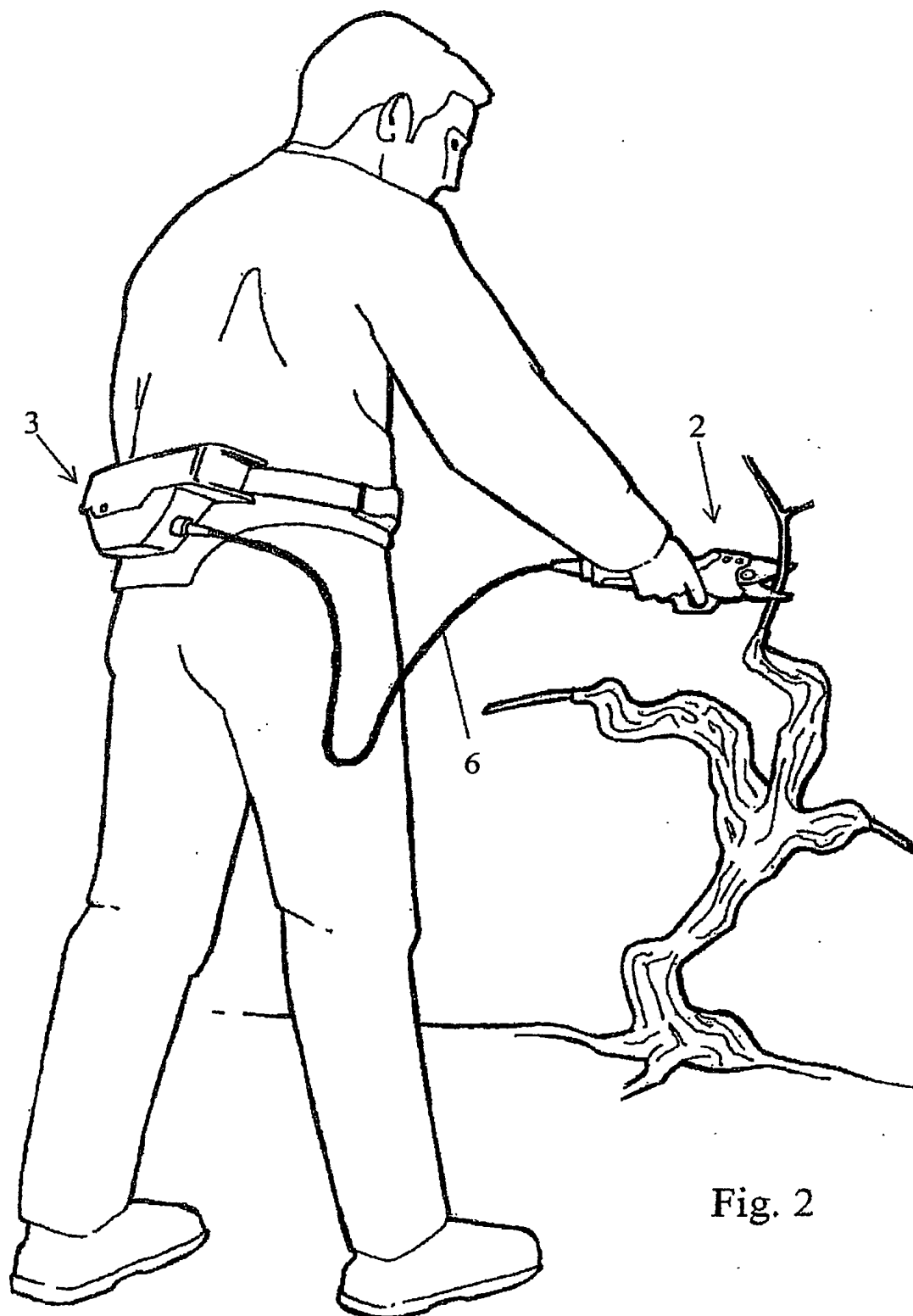


Fig. 2

3/12

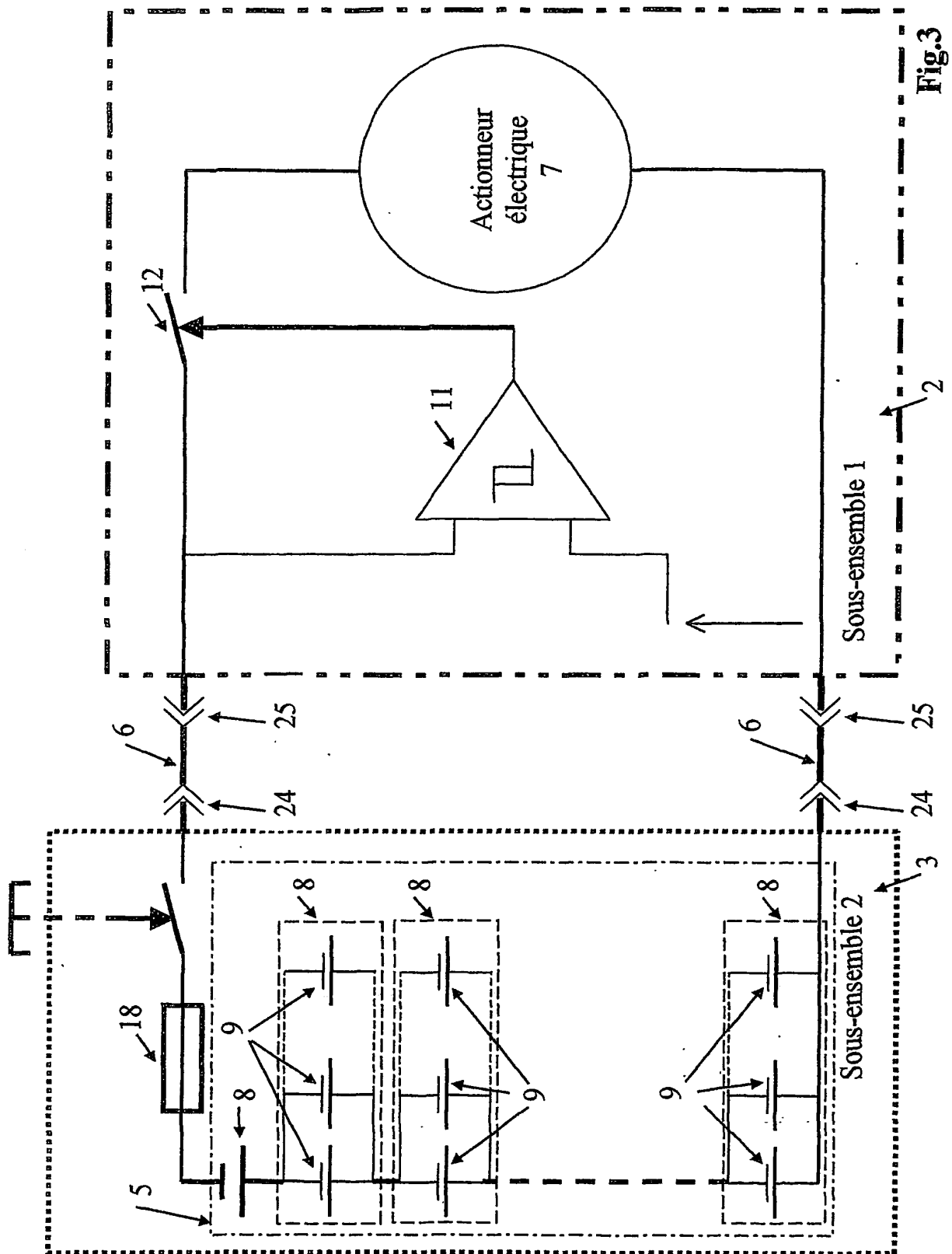


Fig.3

4 / 12

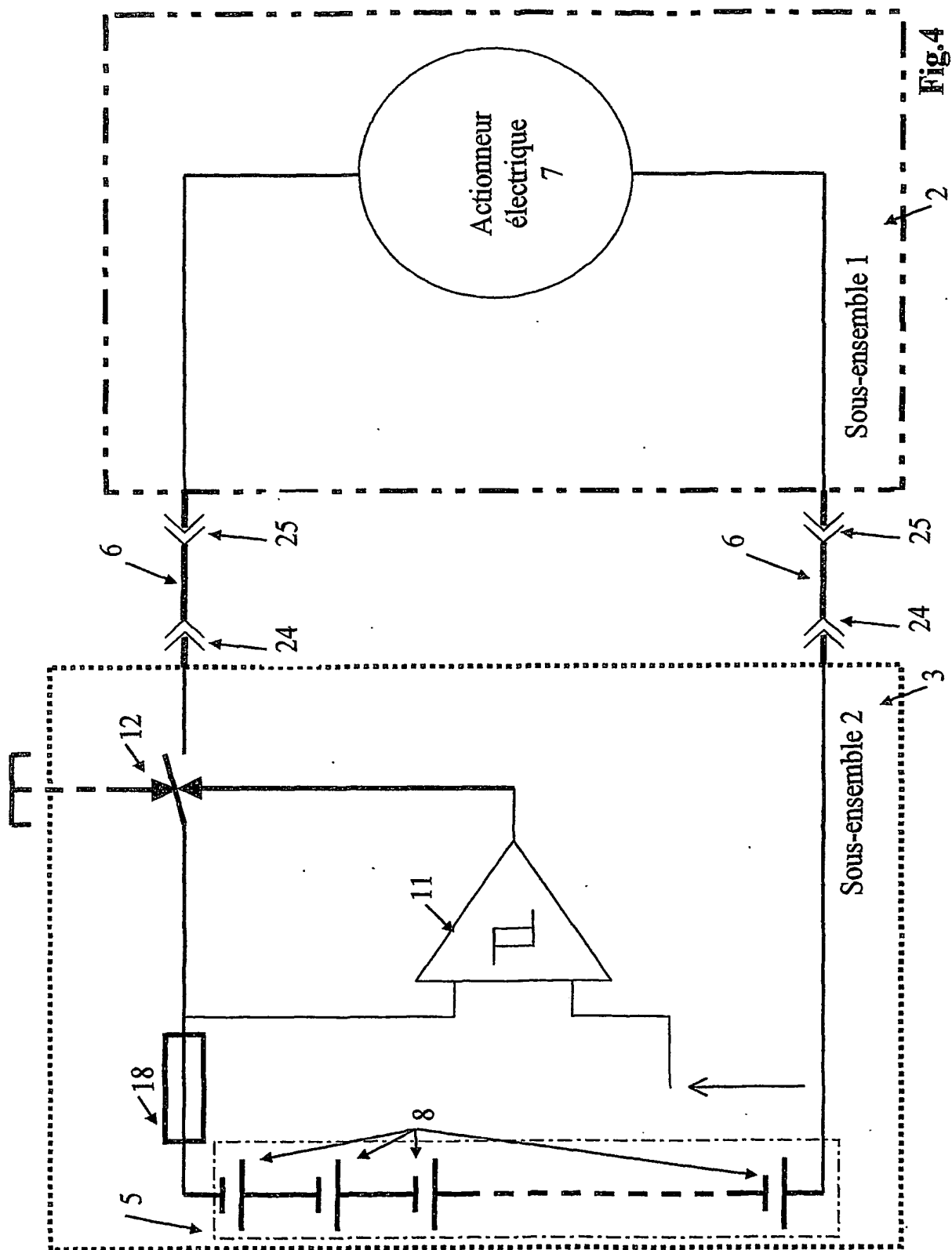
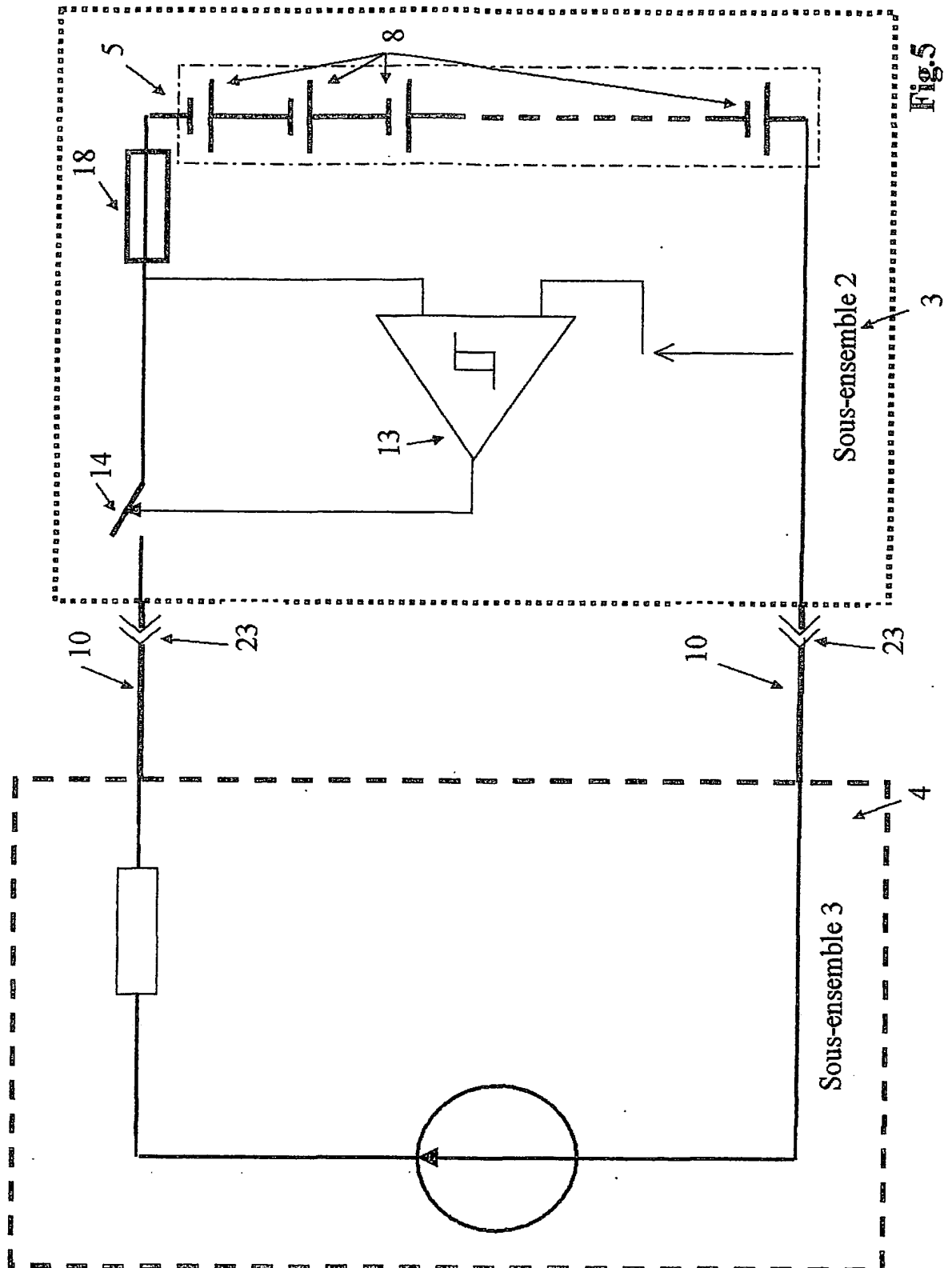


Fig.4

5/12



6/12

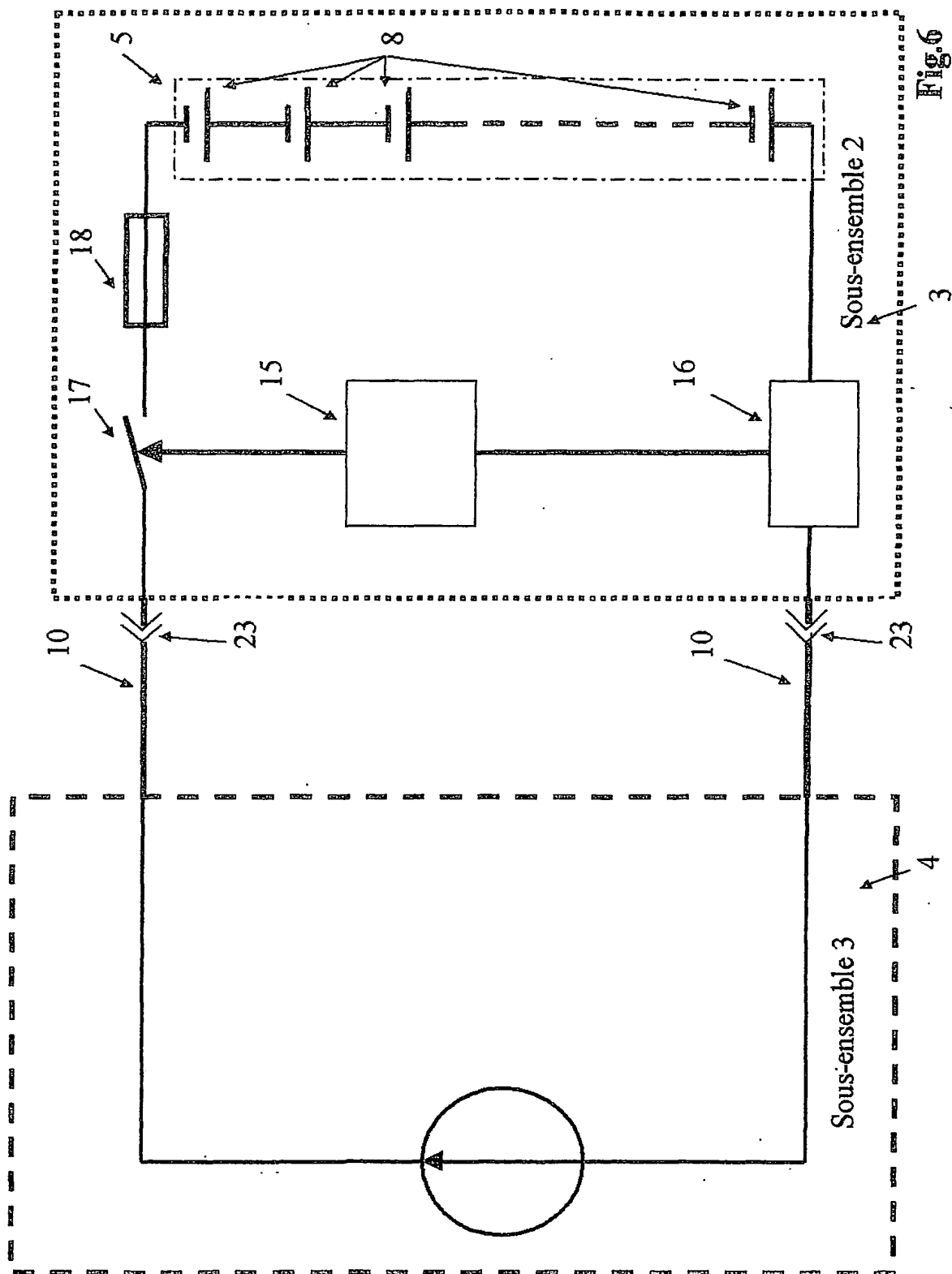


Fig. 6

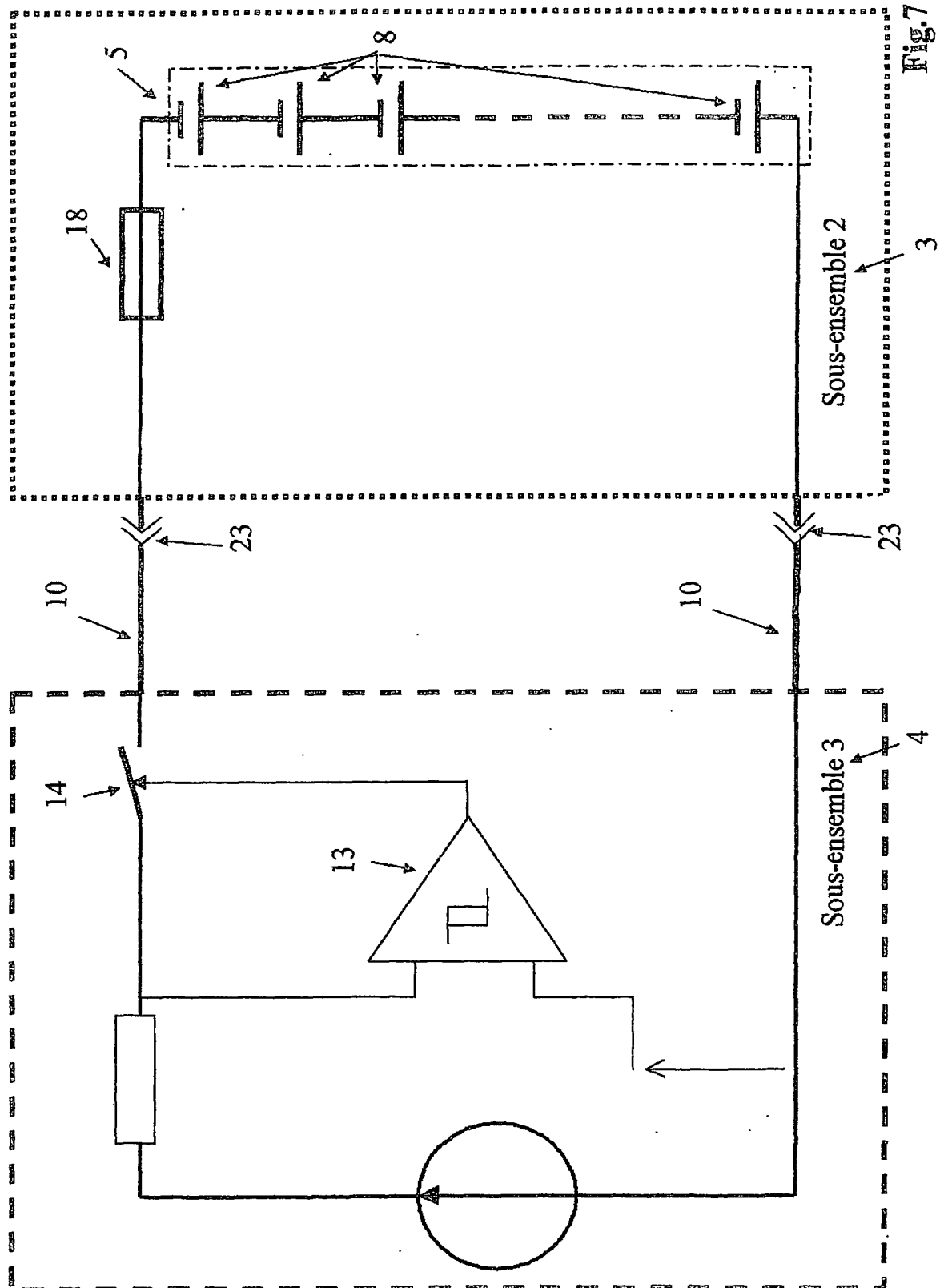
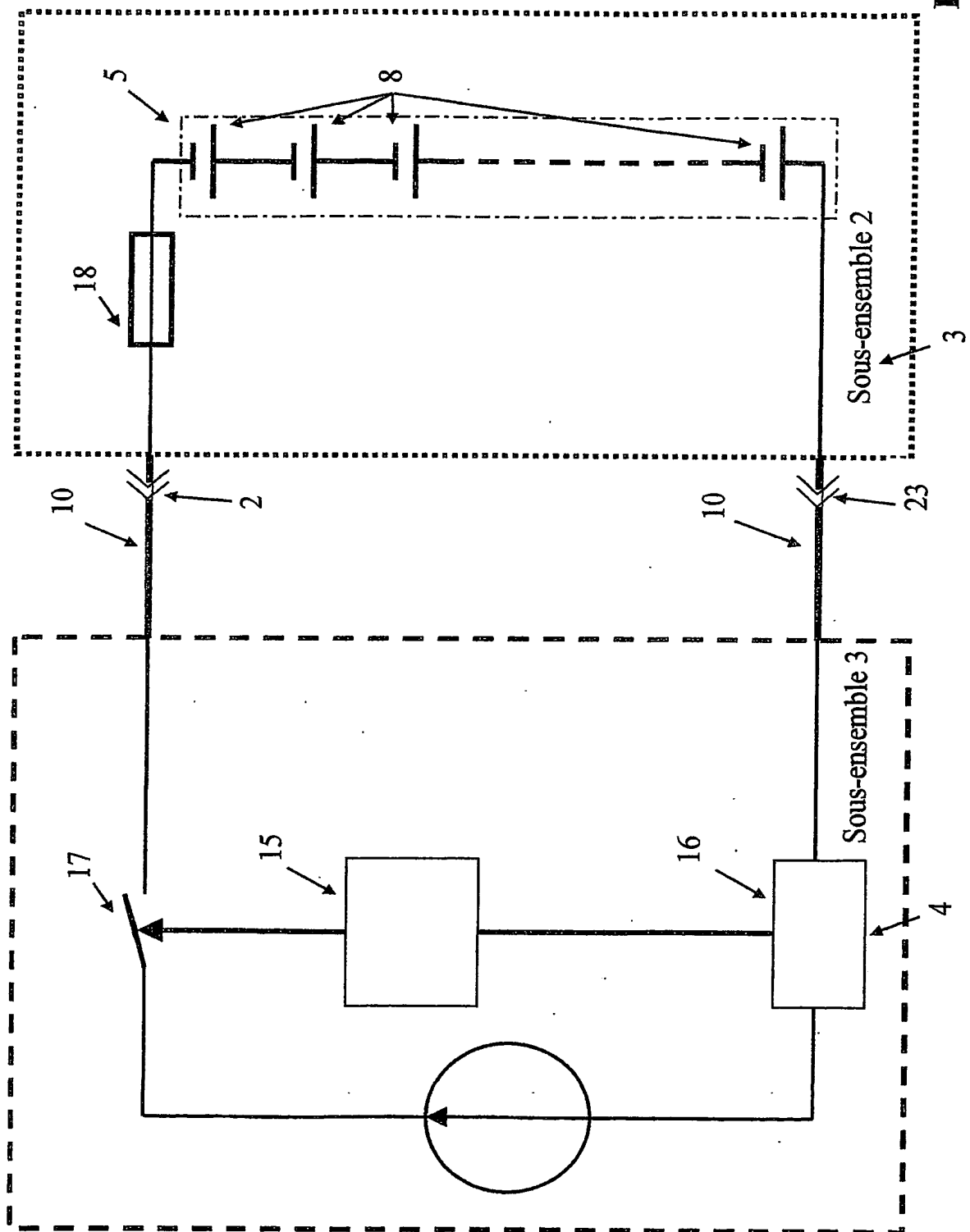


Fig. 7



9/12

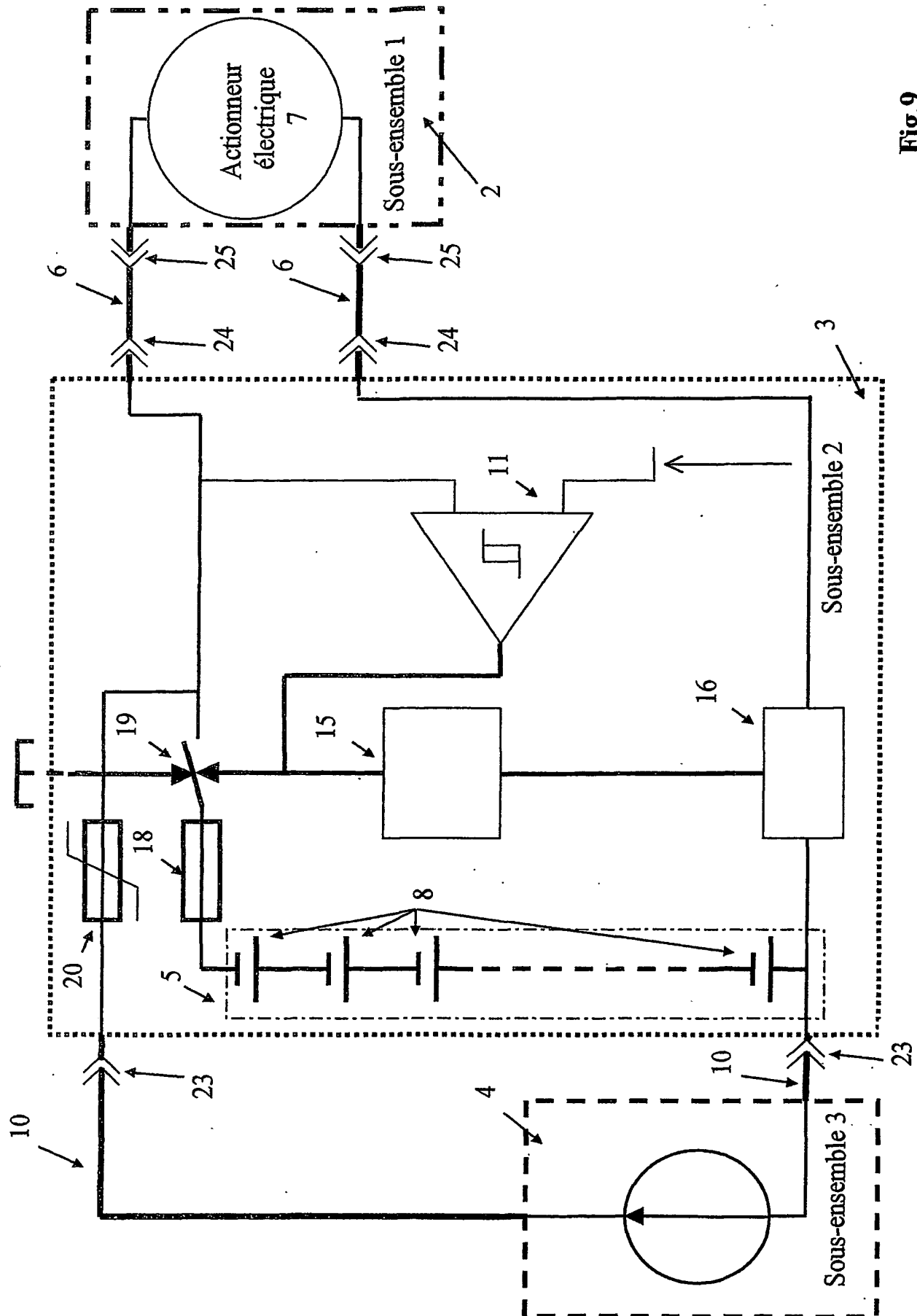


Fig.9

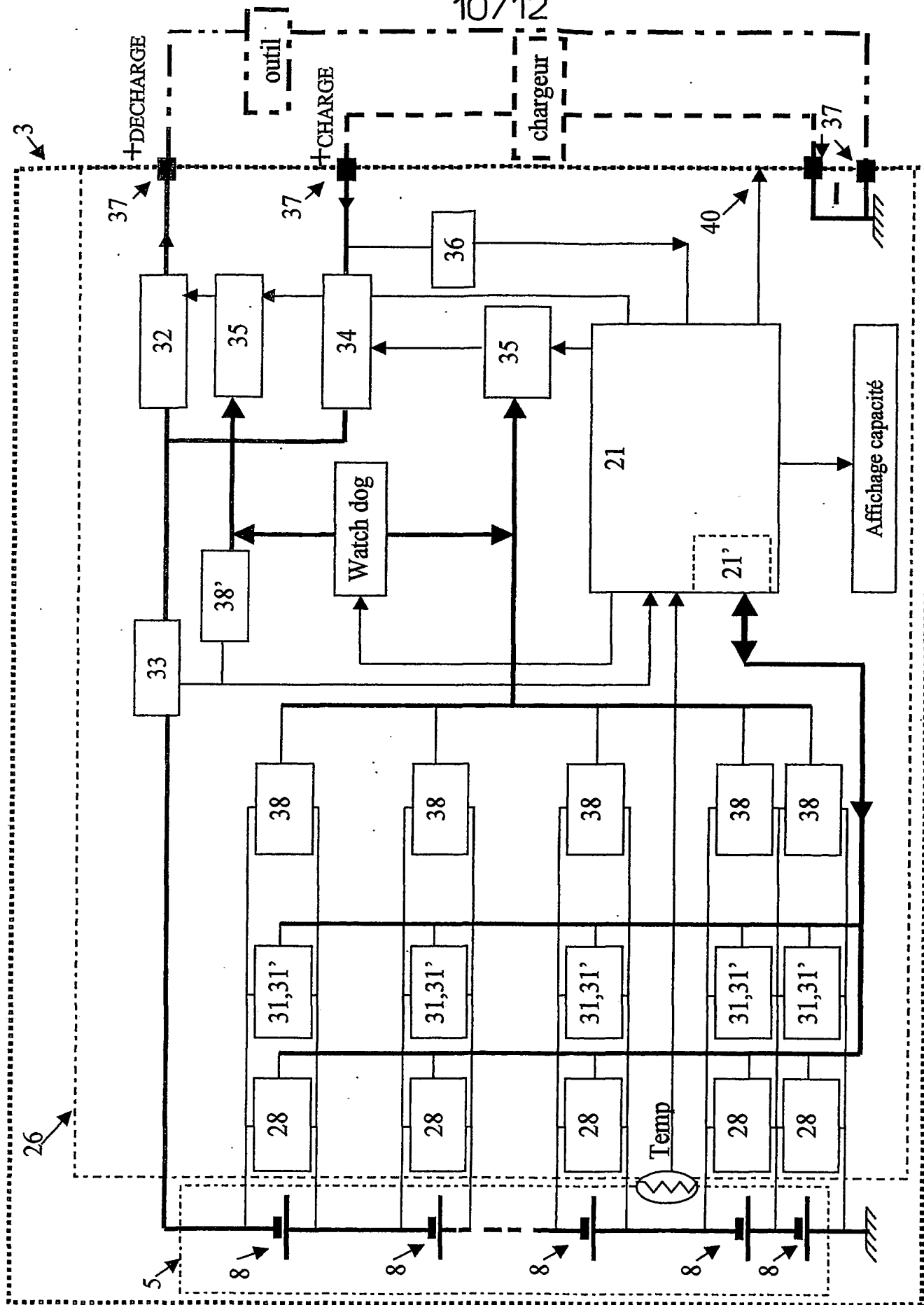
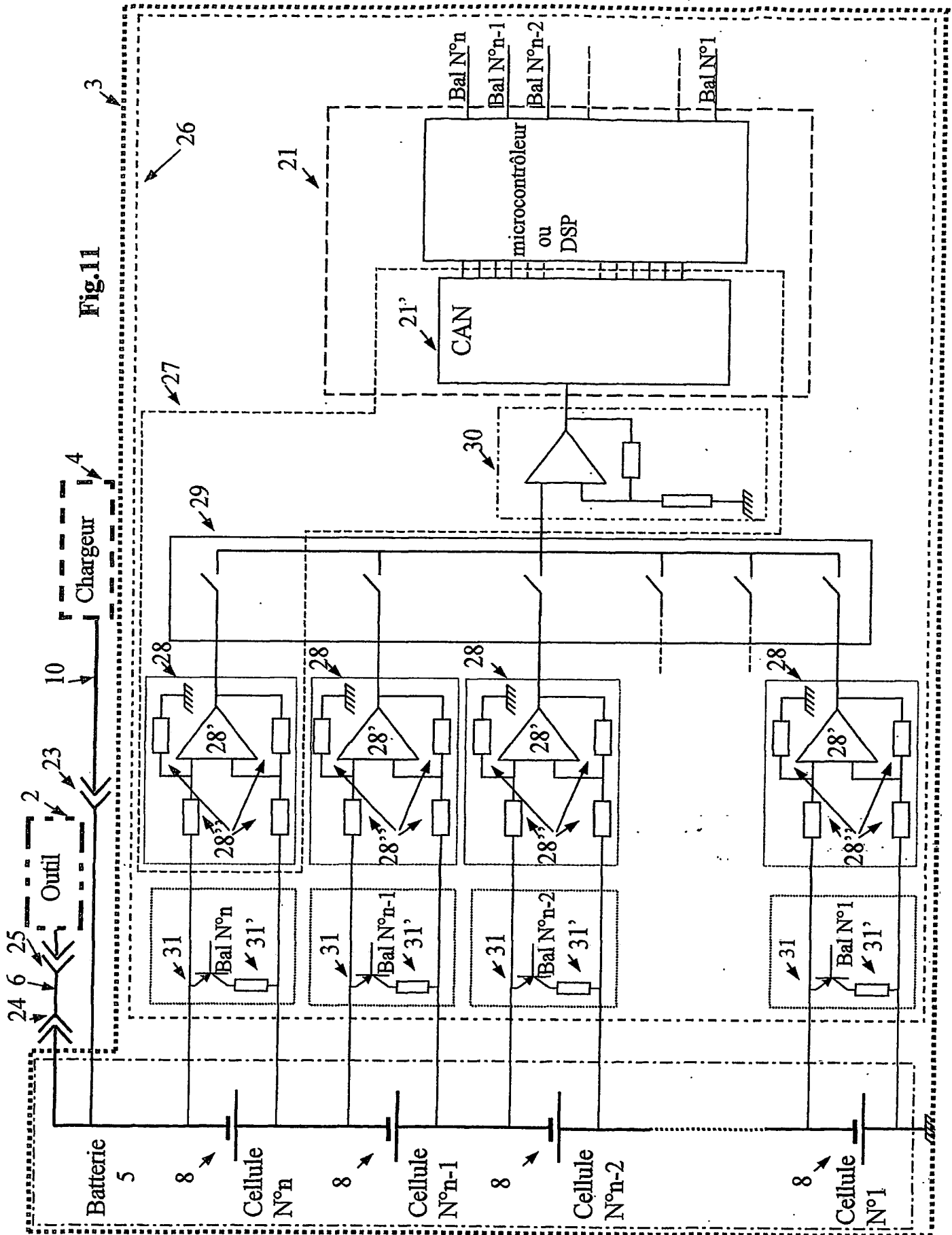


Fig.10

Fig.11



12/12

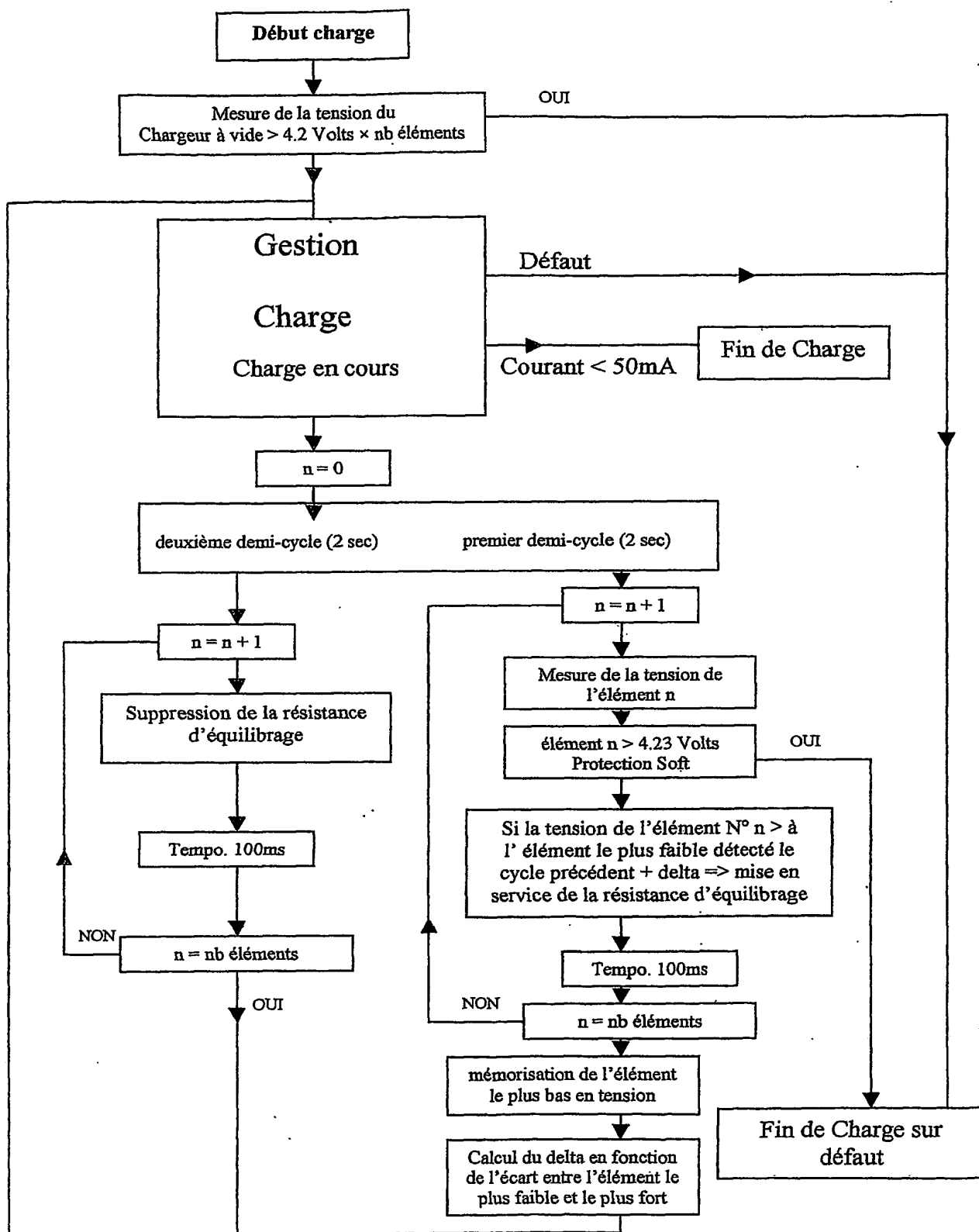


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.